

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-253371

(43)Date of publication of application : 10.09.2003

(51)Int.Cl.

C22C 29/02
B22D 17/14
C22C 1/10
C22C 21/00
C22C 29/16
C22C 32/00
H01L 23/36
H01L 23/373

(21)Application number : 2002-369198

(71)Applicant : NISHINO AKIYOSHI
NAGANO MITSUTOMO

(22)Date of filing : 20.12.2002

(72)Inventor : NAGANO MITSUTOMO
NISHINO AKIYOSHI

(30)Priority

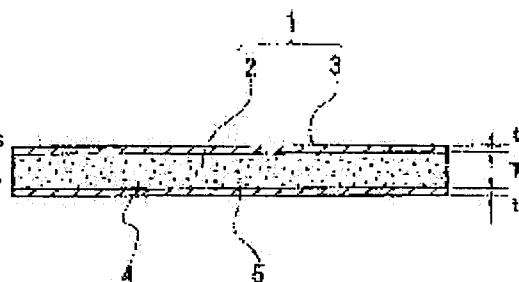
Priority number : 2001388670 Priority date : 21.12.2001 Priority country : JP

(54) COMPOSITE MATERIAL WITH HIGH THERMAL CONDUCTIVITY AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a composite material with high thermal conductivity, which can acquire the high thermal conductivity and a high-precision flat face, and to provide a manufacturing method therefor.

SOLUTION: The composite material with high thermal conductivity 1 comprises a main body 2 of the composite material consisting of 40-85 vol.% of ceramic particles and 15-60 vol.% of aluminum or an aluminum alloy, which has a continuous phase of aluminum or the aluminum alloy formed in gaps among the ceramic particles, and has no gap in interfaces between the ceramic particles 4 and the aluminum or the aluminum alloy, and a coating member 3 superior in workability, which is integrally provided on at least one side of the front or the back of the composite body 2. Thereby, the composite material can acquire very high thermal conductivity and an excellent dimensional stability.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-253371

(P2003-253371A)

(43) 公開日 平成15年9月10日 (2003.9.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
C 2 2 C 29/02		C 2 2 C 29/02	Z 4 K 0 2 0
B 2 2 D 17/14		B 2 2 D 17/14	5 F 0 3 6
C 2 2 C 1/10		C 2 2 C 1/10	G
21/00		21/00	E
29/16		29/16	A
審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2002-369198(P2002-369198)

(22) 出願日 平成14年12月20日 (2002. 12. 20)

(31) 優先権主張番号 特願2001-388670(P2001-388670)

(32) 優先日 平成13年12月21日 (2001. 12. 21)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 301076681
西野 明義
東京都世田谷区八幡山 3 丁目 9 番地 17-302

(71) 出願人 501491413
長野 充朋
東京都府中市住吉町 2-30-31-2-1002

(72) 発明者 長野 充朋
東京都府中市住吉町 2-30-31-2-1002

(72) 発明者 西野 明義
東京都世田谷区八幡山 3-9-17-302

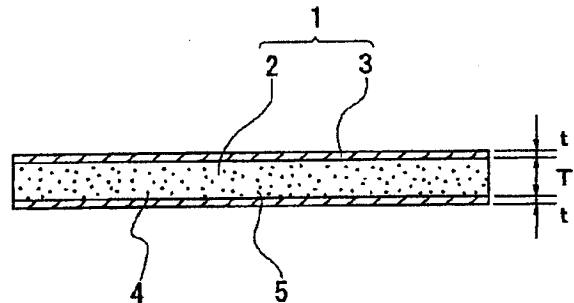
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高熱伝導性複合材およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高熱伝導性を得ることができるとともに、高精度の平滑面を得ることができる高熱伝導性複合材およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 高熱伝導性複合材 1 を、セラミック粒子が 40~85 容積%、アルミニウムまたはアルミニウム合金が 15~60 容積%からなるとともに、セラミック粒子間の空隙にアルミニウムまたはアルミニウム合金が連続相を形成し、かつ、セラミック粒子 4 とアルミニウムまたはアルミニウム合金との界面に隙間がないようにした複合材本体 2 と、この複合材本体 2 の表裏面の少なくとも一面に一体的に設けられた加工性に優れた被覆部材 3 とを含んで構成する。これにより、熱伝導率が非常に大きく、かつ、寸法安定性のきわめて優れた材料とできる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セラミック粒子が 40～85 容積%、アルミニウムまたはアルミニウム合金が 15～60 容積% からなるとともに、前記セラミック粒子間の間隙に前記アルミニウムまたはアルミニウム合金が連続相を形成し、かつ、前記セラミック粒子とアルミニウムまたはアルミニウム合金との界面に隙間がないようにした複合材本体を備え、この複合材本体の表裏面の少なくとも一面には、加工性に優れた被覆部材が一体的に設けられていることを特徴とする高熱伝導性複合材。

【請求項 2】 セラミック粒子が 40～85 容積%、アルミニウムまたはアルミニウム合金が 15～60 容積% からなるとともに、前記セラミック粒子間の間隙に前記アルミニウムまたはアルミニウム合金が連続相を形成し、かつ、前記セラミック粒子とアルミニウムまたはアルミニウム合金との界面に隙間がないようにし、さらに、セラミック粒子が表面に露出しないようにして複合材本体を形成し、この複合材本体の表裏面の少なくとも一面には、加工性に優れた被覆部材が一体的に設けられていることを特徴とする高熱伝導性複合材。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の高熱伝導性複合材において、前記複合材本体は、熱伝導率が 200 W/mK 以上であることを特徴とする高熱伝導性複合材。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の高熱伝導性複合材において、前記セラミック粒子は、SiC、AlN、BN、カーボンから選ばれた少なくとも 1 種であることを特徴とする高熱伝導性複合材。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の高熱伝導性複合材において、前記複合材本体は、アルミニウム、アルミニウム合金、およびアルミニウムと亜鉛との合金のいずれかで形成されていることを特徴とする高熱伝導性複合材。

【請求項 6】 請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の高熱伝導性複合材を製造する方法であって、熱伝導性のよい前記セラミック粒子とアルミニウムまたはアルミニウム合金とを複合する際に、金型のキャビティに前記セラミック粒子を充填し、このセラミック粒子間の間隙に前記アルミニウムまたはアルミニウム合金の溶湯を含浸させるとともに凝固を行って複合材本体を製造した後、この複合材本体の表裏面の少なくとも一面に加工性に優れた前記被覆部材を一体的に設けることを特徴とする高熱伝導性複合材の製造方法。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の高熱伝導性複合材の製造方法において、前記溶湯含浸時に、前記セラミック粒子のあった前記キャビティ内を真空中で吸引しながら前記溶湯を入れることを特徴とする高熱伝導性複合材の製造方法。

【請求項 8】 請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の高熱伝導性複合材を製造する方法であって、セラミ

ックの微粒子を溶融したアルミニウムまたはアルミニウム合金の中に混入するとともに攪拌し、攪拌して得られた溶湯を所定形状に成形した後、凝固を行って複合材本体を製造し、次いで、この複合材本体の表裏面の少なくとも一面を加工性に優れた前記被覆部材で一体的に被覆することを特徴とする高熱伝導性複合材の製造方法。

【請求項 9】 請求項 6 または請求項 8 に記載の高熱伝導性複合材の製造方法において、前記凝固過程において、圧力をかけたまま凝固を終わらせることを特徴とする高熱伝導性複合材の製造方法。

【請求項 10】 請求項 6、8 または請求項 9 に記載の高熱伝導性複合材の製造方法において、前記凝固後の複合材本体をアルミニウムまたはアルミニウム合金の半溶融の温度まで加熱し、同時に圧力をかけることを特徴とする高熱伝導性複合材の製造方法。

【請求項 11】 請求項 6、8 または請求項 9 に記載の高熱伝導性複合材の製造方法において、前記凝固後の複合材本体に押出加工を行うようにしたことを特徴とする高熱伝導性複合材の製造方法。

【請求項 12】 請求項 6、8 または請求項 9 に記載の高熱伝導性複合材の製造方法において、前記凝固後の複合材本体に熱間で圧延加工を加えることを特徴とする高熱伝導性複合材の製造方法。

【請求項 13】 請求項 6、8 または請求項 9 に記載の高熱伝導性複合材の製造方法において、前記凝固後の複合材本体に熱間で鍛造またはプレス処理を行うようにしたことを特徴とする高熱伝導性複合材の製造方法。

【請求項 14】 請求項 6 ないし請求項 13 のいずれかに記載の高熱伝導性複合材の製造方法において、前記アルミニウムまたはアルミニウム合金との濡れ性をよくするために、前記セラミックの粒子の表面に予めニッケルのメッキ処理を施すことを特徴とする高熱伝導性複合材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高熱伝導性複合材およびその製造方法に係り、詳しくは、MPU やパワーモジュール等の半導体から発生した熱を吸収、放熱する放熱用基板や、基板の表面に薄膜を形成する成膜装置としての、真空蒸着装置、スパッタリング装置、CVD（化学的気相成長）装置等に用いられる放熱用基板あるいは搬送用基板、プラズマテレビ製造用の均熱板、小型パソコン、測定機器等の電子機器に用いられる筐体、ヒートシンク材、さらに、車両の制御部等で発生した熱を吸収、放熱し、あるいは、ブレーキ部等に用いられる放熱特性のよい高熱伝導性複合材およびその製造方法に関する。

【0002】

【背景技術】例えば、パワー半導体素子は大電流で駆動されるため発熱し、素子特性を維持するための放熱性に

優れた放熱板が必要とされる。特に、近年高密度集積化や制御回路との混載による小型、軽量化が進められているため、高密度熱流の放散が重要な課題となっており、高熱伝導性の放熱基板が求められている。また、プラズマテレビ製造用の均熱板や、液晶パネル用ガラス基板に真空中でパターンを蒸着する際にも高熱が発生するため高熱伝導性の放熱基板が求められている。

【0003】さらに、小型パソコンや測定機器、プロジェクタ等の分野においては、半導体素子の高密度集積化が進むに従って、半導体素子の発熱量が増大する一方で、機器の小型化によって、放熱に困難な構造となる傾向にある。このように、筐体、ヒートシンク材に対しても高熱伝導性の放熱基板が求められている。また、車両においては、例えば、制動の分野においてブレーキディスクには高い放熱性が要求されており、パワートランジスタ等を使うような部分では、高熱伝導性の放熱基板が求められている。さらに、調理等の際に、ガスや電気等の熱を有効に使用するため、あるいは短時間で調理できるように、高熱伝導性の器具が求められている。また、例えばパネルヒータのパネル本体や、遠赤外線ヒータの発熱面や、アイロンの掛け面用等用としても、より効率的に熱を伝えることができる高熱伝導性の材料が望まれている。以上のように、様々な分野で熱伝導性の高い材料が求められており、この要望に対して、従来はSiC/A1系複合材が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、金属板は熱膨張係数が大きい問題があり、一方、SiC/A1系複合材は熱伝導率が充分ではないという問題がある。また、従来のSiC/A1系複合材では、アルミニウム溶湯の中にSiC粉末を分散させる方法、SiC粒子とアルミニウムまたはアルミニウム合金粒子をバインダーや焼結助剤を加えて成形し、次いで焼結する方法などがある。これらの方法において熱伝導率が充分でないのは、以下に示す理由によるものと考えられている。

- 1) SiCの含有率が20%容積程度と低いため、
- 2) SiCの粒径が10 μ m~100 μ mと非常に細かく、アルミニウムとの接触面積が非常に大きくなるため、
- 3) SiCとアルミニウムとの界面にバインダーや焼結助剤の残留物が異物として残るため、
- 4) SiCとアルミニウムとの界面に空気を含んだ空隙が存在するため、などである。

【0005】また、このようなSiC/A1系複合材を、例えば放熱基板として、MPUやパワーモジュール等の半導体と接続して使用する場合、接着したり、ねじ止めしたりして行っている。しかし、複合材の表面が、SiCとAlの収縮率の違い等により必ずしも平滑に仕上がっていない。そのため、SiC/A1系複合材とパワーモジュール等の半導体とを接着、固定する際に、互いの表面間に隙間が生じたりして十分に密着せず、その

結果、放熱基板としての十分な機能を果たせないという問題が生じている。そこで、平滑性を得て密着性をよくするために、SiC/A1系複合材の表面を研削することが行われるが、SiCの硬度が大きいので、研削加工が困難であり、工具の損傷も早い。また、SiC/A1系複合材をねじ止めで取り付けようとする場合も、穴あけ加工が困難であり、工具の損傷も早い。また、研削加工して取り付け面を平滑に仕上げたものを、半導体等の被取り付け部材に取り付けたとしても、SiC/A1系複合材と被取り付け部材との膨張率の違いから、繰り返し使用のうちに、互いが剥離してしまうという問題も生じている。

【0006】本発明の一つの目的は、高熱伝導性を得ることができる高熱伝導性複合材およびその製造方法を提供することにある。本発明の他の目的は、上記目的の他に、容易に平滑面を得ることができて被取り付け部材との間で十分な密着性を確保して取り付けることができるとともに、被取り付け部材に取り付け繰り返し使用しても剥離することがない高熱伝導性複合材およびその製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の高熱伝導性複合材は、セラミック粒子が40~85容積%、アルミニウムまたはアルミニウム合金が15~60容積%からなるとともに、前記セラミック粒子間の隙間に前記アルミニウムまたはアルミニウム合金が連続相を形成し、かつ、前記セラミック粒子とアルミニウムまたはアルミニウム合金との界面に隙間がないようにした複合材本体を備え、この複合材本体の表裏面の少なくとも一面には、加工性に優れた被覆部材が一体的に設けられていることを特徴とするものである。

【0008】このような本発明によれば、アルミニウムを連続相とする複合材本体中に、比較的粒度が大きいセラミック粒子をできるだけ多く含有させ、しかも、セラミック粒子とアルミニウム連続相との密着性を高めたので、熱伝導率が非常に大きく、かつ、寸法安定性のきわめて優れた材料が得られる。また、高熱伝導性複合材の複合材本体における表裏の少なくとも一面に加工性に優れた被覆部材を一体的に設けたので、その被覆部材を研削すれば容易に平滑面を得ることができるとともに、穴加工も容易となり、被取り付け部材との取り付けを、高精度の密着性を維持して行うことができ、放熱基板としての十分な機能を発揮することができる。さらに、比較的粒度が大きいセラミック粒子を比較的多量に含有させたので、熱伝導率を向上させることができる他、線膨張率を小さくして膨張を抑えることができるので、被接続部材と接続したとき、互いの膨張率の違いから、繰り返し使用による剥がれ等を防止することができ、耐用期間を長くすることができる。

【0009】また、発明の他の高熱伝導性複合材は、セ

ラミック粒子が40～85容積%、アルミニウムまたはアルミニウム合金が15～60容積%からなるとともに、前記セラミック粒子間の空隙に前記アルミニウムまたはアルミニウム合金が連続相を形成し、かつ、前記セラミック粒子とアルミニウムまたはアルミニウム合金との界面に隙間がないようにし、かつ、セラミック粒子が表面に露出しないようにして複合材本体を形成し、この複合材本体の表裏面の少なくとも一面には、加工性に優れた被覆部材が一体的に設けられていることを特徴とするものである。

【0010】以上の高熱伝導性複合材において、高熱伝導性複合材の熱伝導率は200W/mK以上を期待できることが好ましい。そして、以上の高熱伝導性複合材におけるセラミック粒子としては、SiC以外にAlN、BN、カーボン等の粒体を用いることが好ましい。また、被覆部材としては、アルミニウム、アルミニウム合金およびアルミニウムと亜鉛との合金のいずれかを使用することが好ましく、その厚さは、例えば、0.5mm～2mmの範囲であることが好ましいが、材料が少なくて済み、かつ、容易に高精度の平滑面を得ることができる寸法であれば限定されない。

【0011】上記の高熱伝導性複合材を製造するため、この発明では、熱伝導性の良好なセラミック粒子を金型のキャビティに充填し、そこにアルミニウムまたはアルミニウム合金の溶湯を含ませさせる。複合材本体の凝固過程で溶湯が反凝固状態にあるときに十分な圧力をかけて凝固させてもよく、また、別の方法としてキャビティ内を真空で吸引しながら、アルミニウム溶湯を注入しているときに、同時にアルミニウム溶湯を加圧してもよい。次いで、溶湯を凝固させて高熱伝導性の複合材本体を製造する。その後、複合材本体の表裏面の少なくとも一面に加工性に優れた被覆部材を一体的に設け、高熱伝導性複合材を製造する。

【0012】通常の凝固を行い、セラミック粒子とアルミニウムとの界面に空隙ができたものについて、その空隙を除去する方法として以下の方法が有効である。

1) 高熱伝導性複合材の複合材本体を、アルミニウムまたはアルミニウム合金が半熔融状態になる温度まで加熱し、圧力をかけて空隙を埋めてしまう方法。

2) 高熱伝導性複合材の複合材本体を、アルミニウムまたはアルミニウム合金が軟化する温度で押出加工する方法。

3) 高熱伝導性複合材の複合材本体を、アルミニウムまたはアルミニウム合金が軟化する温度で熱間圧延する方法。

4) 高熱伝導性複合材の複合材本体を、アルミニウムまたはアルミニウム合金が軟化する温度で熱間鍛造する方法。

【0013】前記記載のすべての方法において使用される溶湯について、セラミックの微粒子を、熔融したアル

ミニウムまたはアルミニウム合金の中に混入して攪拌した溶湯に使うことで、セラミック微粒子の含有量をさらに多くすることができる。また、セラミック微粒子とアルミニウムまたはアルミニウム合金との濡れをよくするために、ニッケルのメッキをセラミック粒子に施してもよい。

【0014】そして、このようにして製造された高熱伝導性複合材における複合材本体の表裏面の少なくとも一面に加工性に優れた被覆部材を一体的に設ける。この際、金型を可動型のものとし、金型のキャビティ内において形成された後の複合材本体を所定の支持手段で支持しておいて、金型の表裏面の少なくとも一面側を開いて所定の隙間を形成し、その隙間に熔融したアルミニウム、アルミニウム合金およびアルミニウムと亜鉛の合金のいずれかからなる被覆部材を注入して一体化させる方法で行ってもよい。このようにすると、被覆部材がアルミニウム、アルミニウム合金およびアルミニウムと亜鉛の合金のいずれかで形成されているので、複合材本体のアルミニウムまたはアルミニウム合金の表面と融合し合

い、その結果、良好な一体化状態が形成される。

【0015】可動型の金型を使用する場合、金型の表面に細かな凹凸（例えばシボ加工のような凹凸）を多数形成してもよい。このようにすることによって、複合材本体の表面に細かな凹凸が形成され、その細かな凹凸に熔融した被覆部材が入り込み、より強固に一体化される。

【0016】また、金型の表面に、予めアルミニウム、アルミニウム合金およびアルミニウムと亜鉛の合金のいずれかで形成された被覆部材を取り付け、金型を所定の間隔に設定しておいて、複合材本体を形成するために、熔融したアルミニウムまたはアルミニウム合金を注入し、複合材本体と被覆部材とを一体化する方法で行ってもよい。この場合、被覆部材と複合材本体を形成するための隙間との間に、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる衝立を立てておいて、その隙間に熔融したアルミニウムまたはアルミニウム合金を注入してもよい。このとき、金型の外側面を例えば水で急冷するような構成としておけば、熔融したアルミニウムまたはアルミニウム合金と、被覆部材とが外側まで完全に融合することが防止され、複合材本体のセラミック粒子が表面に現れない。

【0017】あるいは、被覆部材を構成する熔融したアルミニウム、アルミニウム合金およびアルミニウムと亜鉛の合金のいずれかの中に、複合材本体を瞬間的に没入させて複合材本体の表面に被覆部材を付着させ、複合材本体と被覆部材とを一体的に設けてもよい。さらに、複合材本体表面にアルミニウム、アルミニウム合金およびアルミニウムと亜鉛の合金のいずれかの粉体をまぶし、熱を加えながら加圧装置で徐々に加圧するホットプレスによって被覆部材と複合材本体とを一体化する方法で行ってもよい。また、誘導加熱によって複合材本体の表裏

面のいずれかの面に被覆部材を溶融させて一体化する方法で行ってもよい。

【0018】さらに、複合材本体と所定厚さの被覆部材を別体で形成した後、両者の対向面に、例えばリン酸アルミニウム水溶液を塗布するとともに、複合材本体と被覆部材とを圧着し、複合材本体のアルミニウムと被覆部材のアルミニウムとを化学反応させることで融合させ、複合材本体と被覆部材とを一体的に形成する方法で行ってもよい。また、例えば高温に強いソーダ系の無機接着剤で複合材本体と被覆部材とを接着して両者を一体的に形成してもよい。その他、複合材本体と被覆部材とを一体的に形成できるものであれば、いかなる方法で行ってもよい。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。図1、2に示すように、この発明の高熱伝導性複合材1は、複合材本体2と、この複合材本体2の表裏面を被った被覆部材3とを含み構成されている。複合材本体2は、分散したセラミック粒子4の間に、アルミニウムまたはアルミニウム合金を隙間なく混入して形成された連続相を有するものであり、その厚さTは、例えば、3mmに形成されている。しかし、この厚さTは、3mm以上でもよく、あるいは3mm以下でもよい。また、被覆部材3は、アルミニウムまたはアルミニウム合金で形成されており、その厚さTは、例えば、0.5mm~2.0mmの範囲の厚さとなっている。しかし、この厚さTは上記寸法範囲に限定されない。

【0020】前記セラミック粒子4としては、SiCの他、AlN、BN、カーボン等の粒体が用いられ、その粒度は0.15mm(100meshふるい上)以上あればよいが、製品の厚さなどを考慮に入れると、0.3mm~2.0mm(48~90mesh)程度の粒度範囲が好ましい。粒度が0.15mm未満であると、セラミック粒子4間の間隔が小さくなりすぎて、後述するアルミニウムまたはアルミニウム合金(以下、実施形態においては単にアルミニウムという)の溶湯が入り込まなくなり、含浸不良を起こす。なお、セラミックは粒体ばかりでなく、繊維状のものを併用してもよく、カーボンとしては、例えばカーボンブラック、カーボンバルーン等を用いることができる。

【0021】セラミック粒子4の量は、40~85容積%が適当である。40容積%未満であれば、高熱伝導性複合材1における複合材本体2の熱伝導率が高くなり、85容積%を越えると複合材本体2の強度が不十分となる。一方、アルミニウムの量は、セラミック粒子4に対応して15~60容積%とする。

【0022】このように、複合材本体2の中に、比較的粒度が大きいセラミック粒子4を比較的多量に含有させたので、熱伝導率を200W/mK以上、線膨張係数を

9~12×10⁻⁶程度にすることができる。その結果、高熱伝導性複合材1の膨張を抑えることができる。セラミック粒子4は、複合材本体2の表面に露出しないようにするのが好ましい。そのためには、後述する複合材本体2の成形用金型のキャビティ内壁にセラミック粒子4よりも小さい溝を縦横に設けて、アルミニウムの溶湯だけが流入するようにし、複合材本体2の表面をアルミニウムで被うなどの方法がある。

【0023】複合材本体2は、図3に示すような製造装置20で製造することができる。すなわち、この製造装置20は、可動型の金型30と、注湯部40と、吸引部50を含み構成されている。金型30は、板状体31m32に挟まれたキャビティ30aを有し、注湯部40は、キャビティ30aの上端に連通する湯道41を有し、キャビティ30aの下端は、真空ポンプPによって吸引される真空ボックス51に連通している。

【0024】いま、粒度が0.15mm以上のセラミック粒子4を金型30のキャビティ30a内に、キャビティ空間の40容積%以上充填し、その後、キャビティ30a内をポンプPによって真空中で吸引し、セラミック粒子4の間隙にある空気を排除し、そこに湯道41からアルミニウムの溶湯を流し込み、セラミック粒子4の間隙に溶湯を含浸させ、その後、溶湯を凝固させる。この凝固の時に、普通に凝固させると、アルミニウム溶湯の凝固収縮が大きいために、セラミック粒子4とアルミニウムとの界面に真空の空隙ができてしまう。この真空の空隙は熱伝導率を著しく低下させる。従って、この真空の空隙は除去しなければならない。そのための一つの方法として、凝固過程で溶湯が半凝固状態にあるときに十分な圧力をかけて凝固させる方法が挙げられる。また、別の方法としてキャビティ30a内を真空中で吸引しながら、アルミニウム溶湯を注入している間に、同時にアルミニウム溶湯を加圧してもよい。

【0025】通常の凝固を行い、セラミック粒子4とアルミニウムとの界面に真空の空隙ができてしまったものについて、その真空の空隙を除去する方法として以下の方法が有効である。

1) 複合材本体2を、その構成要素のアルミニウムが半溶融状態になる温度まで加熱し、圧力をかけて、アルミニウムで真空の空隙を生めてしまう方法。

2) 複合材本体2を、その構成要素のアルミニウムが軟化する温度で押し出し加工する方法。この方法では、押し出し加工時に、軟化状態のアルミニウムが真空の空隙を生めてしまう。

3) 複合材本体2を、その構成要素のアルミニウムが軟化する温度で熱間圧延する方法。

4) 複合材本体2を、その構成要素のアルミニウムが軟化する温度で熱間鍛造する方法。

【0026】前記いずれの方法においても、セラミック粒子4の粒度を0.15mm以上と大きくすることがで

きる。また、その含有量も40容積%以上とすることができる。さらに、セラミック粒子4とアルミニウム以外は特に何も使わないでよい。そして、最後にセラミック粒子4とアルミニウムとの界面にできる空隙を除去することが可能となる。その結果、高熱伝導性の複合材本体2の製造が可能となる。

【0027】前記各方法において使用されるアルミニウム溶湯について、セラミックの微粒子を、溶融したアルミニウムの中に混入して攪拌したものを使用することにより、セラミック微粒子の含有量をさらに多くすることができ、その結果、熱伝導率の向上につながる。また、セラミック粒子4とアルミニウムの濡れをよくするために、ニッケル等のメッキをセラミック粒子に施してもよい。

【0028】このようにして製造した複合材本体2の両面は、アルミニウム、アルミニウム合金およびアルミニウムと亜鉛の合金のいずれかからなる被覆部材3で被覆されている。この被覆部材3で複合材本体2を被覆するには、例えば、前記金型30のキャビティ30a内において、複合材本体2を形成した後、その両面と板状体31、32との間に所定の隙間をあけ、溶融した例えばアルミニウム、アルミニウム合金およびアルミニウムと亜鉛の合金のいずれかを注入することにより行われる。ここで、被覆部材3の厚さは、前述のように、例えば、0.5mm〜2mmとされている。ただし、この範囲に限定されない。

【0029】以上のような高熱伝導性複合材1の使用状態が、図4に示されている。例えば、MPU用のパワー半導体素子10は、AINチップ11に固着されており、このAINチップ11は、被覆部材3の一表面をエンドミル等の工具により研削した高精度の平滑面3Aに固着されている。AINチップ11には、ワイヤ12により導体回路配線13により接続されている。

【0030】以上のような本実施形態によれば、次のような効果がある。

(1) 複合材本体2が、セラミック粒子が40〜85容積%、アルミニウムまたはアルミニウム合金が15〜60容積%からなり、セラミック粒子間の隙間にアルミニウムまたはアルミニウム合金が連続相を形成し、かつ、セラミック粒子とアルミニウムまたはアルミニウム合金との界面に隙間がないように形成されているので、熱伝導率を200W/mK以上にすることができて高熱伝導性の複合材本体2とすることができる。その結果、MPUやパワーモジュール等の半導体から発生した熱を吸収、放熱する放熱用基板や、基板の表面に薄膜を形成する成膜装置としての、真空蒸着装置、スパッタリング装置、CVD(化学的気相成長)装置等に用いられる放熱用基板あるいは搬送用基板、プラズマテレビ製造用の均熱板、小型パソコン、測定機器等の電子機器に用いられる筐体、ヒートシンク材、さらに、車両の制御部等で発

生した熱を急速に吸収、放熱し、あるいは、ブレーキ部等用の優れた放熱基板として利用することができる。

【0031】(2) 複合材本体2の両面に一体的に設けられた被覆部材が、アルミニウム、アルミニウム合金およびアルミニウムと亜鉛の合金のいずれかで形成されているので研削が容易であり、例えば、エンドミル等の工具で、容易に平面研削加工をすることができ、高精度な平滑面を得ることができる。また、穴加工も容易である。従って、熱伝導率が200W/mK以上ある高熱伝導性複合材1を、パワートランジスタ、液晶パネル用のガラス基板、プラズマテレビ製造用の均熱板等の被接続部材と、高精度の密着性を維持して接続させることができるので、高熱伝導性複合材1の全面で放熱でき、被接続部材側で生じた高熱を急速に逃がすことができ、放熱基板としての機能を十分に果たすことができる。

【0032】(3) 高熱伝導性複合材1の複合材本体2が、前述のように、線膨張係数を $9 \sim 12 \times 10^{-6}$ 程度に抑えることができ、膨張しにくいので、被接続部材と接続したとき、互いの膨張率の違いから、繰り返し使用による剥がれ等を防止することができ、耐用期間を長くすることができる。

【0033】(4) 高熱伝導性複合材1が、その熱伝導率が前述のように200W/mK以上となって、高熱伝導性のものとなっているので、高熱伝導性複合材1を、高熱伝導性が必要な製品、例えばパネルヒータのパネル本体や、遠赤外線ヒータの発熱面や、アイロンの掛け面用等として用いることができる。このようなものに高熱伝導性複合材1を使用すれば、短時間で効果を得ることができる。

【0034】(5) 高熱伝導性複合材1が、前述のように、熱伝導性に優れているので、例えばフライパンや、炊飯器の釜や、調理用の鍋等、料理用の器具に用いることもできる。このようなものに高熱伝導性複合材1を使用すれば、短時間で調理が可能となり、結果的に電気、ガス等の燃料が少なく済み、燃料費を節約することができる。ここで、例えばフライパンの表面の被覆部材に、フッ素加工を施せば、焦げ付を防止することができるし、周囲に深溝を形成すれば、例えば肉汁を容易に逃がせるし、料理の幅を広げることができる。

【0035】(6) 高熱伝導性複合材1が、熱伝導性に優れているので、例えば冷凍食品等の自然解凍用として、トレイ状に形成してもよい。この場合、例えば四隅に穴をあけておくことにより、解けた水が流れ出すので、より早く解凍でき、利用価値が大きい。一般に、電子レンジ等で解凍することが日常的に行われるが、解凍にムラがあり、味に悪影響が出ると考えられるが、高熱伝導性複合材1を使用した場合は、均一に、かつ素早く解凍できる。ここで、冷蔵庫の水を使って実際に解凍した結果、通常のガラスの皿に載せた場合と比較して格段に短時間で解凍できた。すなわち、50mm×70mm

×厚さ3mmに形成した高熱伝導性複合材1の上に、底面が40mm×40mm、上面が25mm×25mm、高さが30mm程度の氷を載せ、一方、150mm×90mm×深さが10mmのガラスの皿に載せ、室温20度の部屋で完全に溶けるまでの時間を計ってみた。その結果、高熱伝導性複合材1の上に載せた氷が、約50分で完全に溶けたのに対して、ガラスの皿に載せた氷は、完全に溶けるまで約100分かかった。つまり、高熱伝導性複合材1を使った場合、半分の時間で解凍できた。

【0036】(7)高熱伝導性複合材1が、熱伝導性に優れているので、高熱伝導性複合材1を、例えば20～30mmの幅に形成したものを複数枚準備し、それぞれを下面側に凹むように緩やかな湾曲形状に形成し、それぞれを並列させて土台に被せて枕を形成してもよい。昔から頭寒足熱といわれ、頭を冷やすことは健康によいと言われているので、高熱伝導性複合材1を枕に使うことで、頭の熱を取り去り、快適な睡眠を得ることができ

る。

【0037】

【実施例1】前記高熱伝導性複合材1の複合材本体2を製造するために、厚さ3mmのキャビティを有する金型に、0.35～0.85mmの粒度(42～20meshの粒度)のSiC粒体をキャビティ容積の58%の量だけ充填し、同時に金型の下端から真空ポンプによりキャビティ内を真空に吸引した。吸引を続けながら、金型上部より、鋳物用アルミニウムAC3Aの690℃～700℃の溶湯を注入し、SiC粒子の間にアルミニウム溶湯を含浸させた。ここまでは、金型の温度は550℃であり、次に凝固させるために金型温度を530℃にして、3分間保持した。これにより、金型はアルミニウムが流れない程度に冷却されているので、金型を開いて板状成形体、つまり、複合材本体2を取り出して、室温で完全に凝固させた。

【0038】この複合材本体2について、電子顕微鏡観察とレーザフラッシュ法による熱伝導率測定を行った。その結果、図5に示すように、SiC粒子4とアルミニウムとの界面に空隙6が存在していることがわかった。一方、熱伝導率は138W/mKであった。SiC粒子4とアルミニウムとの界面にある空隙6をなくして、さらに熱伝導率を向上させるために以下の処理を行った。1)アルミニウムAC3Aが半溶融状態または軟化状態になる温度450℃、500℃、550℃で、それぞれ2トン/cm²の圧力を5分間かけ処理した。その結果、図6に示すように、SiC粒子4とアルミニウムとの界面の空隙がほぼなくなったことがわかる。一方、熱伝導率は450℃のとき212W/mK、500℃のとき280W/mK、550℃のとき280W/mKであり、非常に高い熱伝導率が得られた。

2)炉で450℃に加熱した後、炉より取り出して、圧延率10%で1.3mmまで圧延した。このものについ

ても、SiC粒子4とアルミニウムの界面の空隙がほぼなくなっていた。また、熱伝導率も205W/mKであり、この場合にも高い値が得られた。

3)上記板状成形体、つまり、複合材本体2を鍛造温度460℃で鍛造処理を行った。その結果、SiC粒子4とアルミニウムの界面の空隙がほぼなくなっていた。また、熱伝導率も240W/mKであり、この場合にも良好な結果が得られた。

【0039】また、複合材本体2の両面に被覆部材3を被覆した後、高熱伝導性複合材1の所定の部位あるいは全面を、被覆部材3の表面が高精度の平滑面となるように、例えばエンドミルで研削した。被覆部材はアルミニウムで形成されているので、研削が非常に容易で、きわめて容易に高精度の平滑面を得ることができた。また、穴あけ加工に際しても、ドリルの先端が被覆部材3に食い込みやすく、加工がきわめて容易であった。

【0040】

【実施例2】複合材本体2を製造するために、直径100mmの円柱のキャビティを有する金型に、0.7～7mmの粒度(24～10meshの粒度)のSiC粒体をキャビティ容積の52%の量だけ充填し、同時に金型の下端から真空ポンプによりキャビティ内を真空に吸引した。吸引を続けながら、金型上部から鋳物用アルミニウムAC3Aの690℃～700℃の溶湯を注入し、SiC粒子の間にアルミニウム溶湯を含浸させた。ここまでは金型の温度は550℃であり、次に凝固させるために金型温度を530℃にして、3分間保持した。これにより、金型が、アルミニウムが流れない程度に冷却されているので、金型を開いて円柱の複合材本体を取り出して室温で完全に凝固させた。

【0041】この直径100mmの円柱の複合材本体を600℃の温度で、6mm厚さ、幅50mmの板に押し出し加工した。この板状の複合材本体について、前記実施例1と同じように評価したところ、SiC粒子4とアルミニウムとの界面に空隙がほとんど認められなかった。また、熱伝導率は265W/mKと非常に高い値を示した。

【0042】

【実施例3】複合材本体2を製造するために、厚さ3mmのキャビティを有する金型に、0.35～0.85mmの粒度(42～20meshの粒度)のSiC粒体をキャビティ容積の58%の量だけ充填し、同時に金型の下端から真空ポンプによりキャビティ内を真空に吸引した。吸引を続けながら、金型上部より、鋳物用アルミニウムAC3Aの690℃～700℃の溶湯を注入し、SiC粒子の間にアルミニウム溶湯を含浸させた。ここまでは金型の温度は550℃であり、次に凝固させるために金型温度を530℃にして、3分間保持した。これにより、金型が、アルミニウムが流れない程度に冷却されているので、金型を開いて圧力状成形体、つまり複合

材本体を取り出した。金型から取り出して、すぐに550℃に設定したホットプレスに複合材本体を入れ、1000Kg/cm²の圧力で押さえた。この圧力をかけたまま冷却凝固を行った。できあがった複合材本体を前記第1、第2実施例と同様に評価した。その結果、SiC粒子とアルミニウムとの界面にはほとんど空隙が認められず、また、熱伝導率は250W/mKであり、この場合も非常に良好な結果が得られた。

【0043】

【比較例1】実施例と同様に、厚さ3mmのキャビティを有する金型に、0.35~0.85mmの粒度のSiC粒体をキャビティ容積の58%の量だけ充填した。しかし、金型の下から真空中で吸引することとはせず、金型上部より、鋳物用アルミニウムAC3Aの690℃~700℃の溶湯を注入し、SiC粒子の隙間にアルミニウム溶湯を含浸させようとした。冷却凝固後、金型をひらいたところアルミニウムが十分に含浸されていなかった。

【0044】

【発明の効果】以上のように、本発明の高熱伝導性複合材およびその製造方法によれば、アルミニウムを連続相とする複合材本体中に、比較的粒度が大きいセラミック粒子をできるだけ多く含有させ、しかも、セラミック粒子とアルミニウム連続相との密着性を高めたので、熱伝導率が非常に大きく、かつ、寸法安定性のきわめて優れた材料が得られる。

【0045】また、高熱伝導性複合材の複合材本体における表裏の少なくとも一面に加工性に優れた被覆部材を一体的に設けたので、加工精度が向上し、その被覆部材を研削すれば容易に平滑面を得ることができるとともに、穴加工も容易となる。従って、被取り付け部材との取り付けを、高精度の密着性を維持して行うことができ、放熱基板としての十分な機能を発揮することができる。

【0046】さらに、比較的粒度が大きいセラミック粒子を比較的多量に含有させたので、熱伝導率を向上させ*

ることができる他、線膨張率を小さくして膨張を抑えることができるので、被接続部材と接続したとき、互いの膨張率の違いから、繰り返し使用による剥がれ等を防止することができ、耐用期間を長くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高熱伝導性複合材の一例を示す縦断面図である。

【図2】本発明の高熱伝導性複合材の一例を示す断面模式図である。

10 【図3】本発明の高熱伝導性複合材の製造装置の一例を示す縦断面模式図である。

【図4】本発明の高熱伝導性複合材の使用状態を示す縦断面図である。

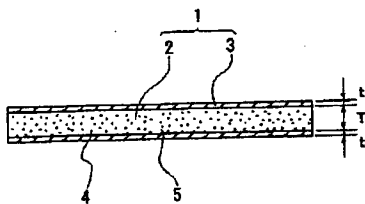
【図5】実施例1によって製造した高熱伝導性複合材を示す断面模式図である。

【図6】実施例1によって製造した高熱伝導性複合材を示す断面模式図である。

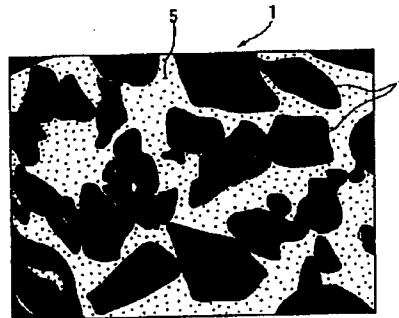
【符号の説明】

- | | |
|--------|----------|
| 1 | 高熱伝導性複合材 |
| 2 | 複合材本体 |
| 3 | 被覆部材 |
| 4 | セラミック粒子 |
| 5 | 連続相 |
| 10 | パワー半導体素子 |
| 11 | AlNチップ |
| 13 | 導体回路 |
| 20 | 製造装置 |
| 30 | 金型 |
| 30a | キャビティ |
| 31, 32 | 板状部材 |
| 40 | 注湯部 |
| 41 | 湯道 |
| 50 | 吸引部 |
| 51 | 真空ボックス |
| P | 真空ポンプ |

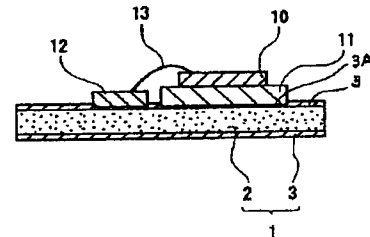
【図1】



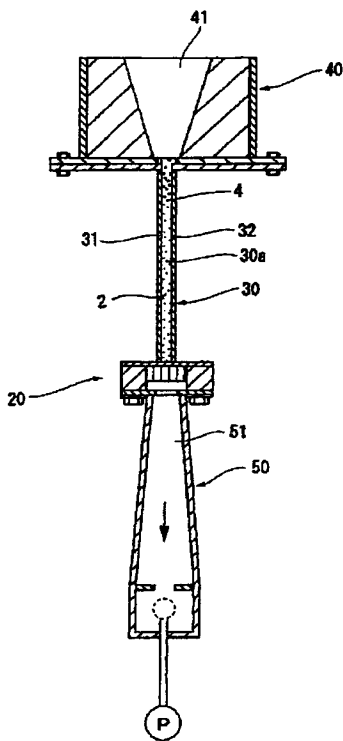
【図2】



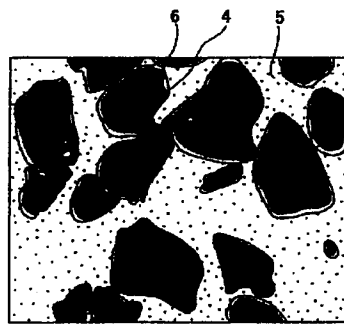
【図4】



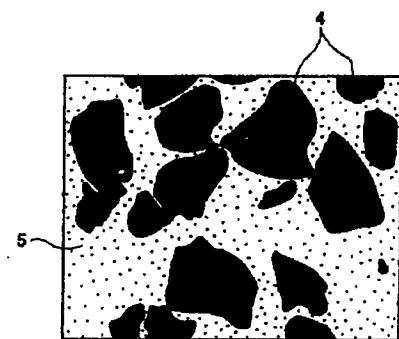
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

C 2 2 C 29/16

C 2 2 C 29/16

H

32/00

32/00

Q

H 0 1 L 23/36

H 0 1 L 23/36

C

23/373

M

F ターム(参考) 4K020 AA26 AB01 AB02 AC01 AC07
BB29

5F036 AA01 BA23 BB08 BD03 BD14

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第3部門第4区分
 【発行日】平成17年8月11日(2005.8.11)

【公開番号】特開2003-253371(P2003-253371A)
 【公開日】平成15年9月10日(2003.9.10)
 【出願番号】特願2002-369198(P2002-369198)
 【国際特許分類第7版】

C 2 2 C 29/02
 B 2 2 D 17/14
 C 2 2 C 1/10
 C 2 2 C 21/00
 C 2 2 C 29/16
 C 2 2 C 32/00
 H 0 1 L 23/36
 H 0 1 L 23/373

【F I】

C 2 2 C	29/02	Z
B 2 2 D	17/14	
C 2 2 C	1/10	G
C 2 2 C	21/00	E
C 2 2 C	29/16	A
C 2 2 C	29/16	H
C 2 2 C	32/00	Q
H 0 1 L	23/36	C
H 0 1 L	23/36	M

【手続補正書】
 【提出日】平成17年1月18日(2005.1.18)
 【手続補正1】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】特許請求の範囲
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【特許請求の範囲】
 【請求項1】

セラミック粒子が40～85容積%、アルミニウムまたはアルミニウム合金が15～60容積%からなるとともに、前記セラミック粒子間の間隙に前記アルミニウムまたはアルミニウム合金が連続相を形成し、かつ、前記セラミック粒子とアルミニウムまたはアルミニウム合金との界面に隙間がないようにした複合材本体と、この複合材本体の表裏面の少なくとも一面に当該複合材本体と一体的に設けられた被覆部材とを含み構成され、この被覆部材は、前記アルミニウム、アルミニウム合金、およびアルミニウムと亜鉛との合金のいずれかで形成されていることを特徴とする高熱伝導性複合材。

【請求項2】

請求項1に記載の高熱伝導性複合材において、前記被覆部材が、前記複合材本体の表面にまぶした前記アルミニウム、アルミニウム合金、およびアルミニウムと亜鉛との合金のいずれかの粉体をホットプレスによって熱を加えながら徐々に加圧して形成されていることを特徴とする高熱伝導性複合材。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の高熱伝導性複合材を製造する方法であって、前記セラ

ミック粒子とアルミニウムまたはアルミニウム合金とを複合する際に金型を使用して行い、前記金型のキャビティに前記セラミック粒子を充填した後、前記キャビティ内を真空で吸引しながら前記セラミック粒子間の間隙に前記アルミニウムまたはアルミニウム合金の溶湯を含浸させるとともに凝固を行って前記複合材本体を製造した後、この複合材本体の表裏面の少なくとも一面に前記アルミニウム、アルミニウム合金、およびアルミニウムと亜鉛との合金のいずれかの紛体をまぶした後、この紛体をホットプレスにより熱を加えながら徐々に加圧して前記被覆部材を形成することを特徴とする高熱伝導性複合材の製造方法。